

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1934

102

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Germaine KERBOUL

Née le 13 juillet 1906 à Cherbourg

Les Phénomènes Périodiques en Biologie et en Médecine

Président : M. TANON, Professeur.

Rapid-Imprimerie, 12, rue Royer-Collard

PARIS

1934

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1934

N^o.....

THESE

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Germaine KERBOUL

Née le 13 juillet 1906 à Cherbourg

Les Phénomènes Périodiques en Biologie et en Médecine

Président : M. TANON, Professeur.

Rapid-Imprimerie, 12, rue Royer-Collard

PARIS

1934

LE DOYEN. BALTHAZARD.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale	N...
Physiologie	BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DEGREZ.
Bactériologie	DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales ..	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	MARION.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL -LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée..	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	CARNOT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	LENORMANT.
	CUNÉO.
	GRÉGOIRE.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	LEGUEU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.



Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la Tuberculose	LÉON BERNARD.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Professeurs sans chaire	HOVELACQUE.
	MAUCLAIRE.
	MULON.
	VERNE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.	MM.
ALAJOUANINE : Neurologie et Psychiâtrie.	JOANNON : Hygiène.
AUBERTIN : Pathologie médicale.	LABBÉ (Henri) : Chimie biologique.
BÉNARD Henri : Pathologie médicale.	LAROCHE (Guy) : Pathologie médicale.
BROCC : Pathologie chirurgicale.	LEVEUR : Pathologie chirurgicale.
BRULÉ : Pathologie médicale.	LÉVY-VALENSI : Neuro-psychiâtrie.
BUSQUET : Pharmacologie.	LIAN : Pathologie médicale.
CADENAT : Pathologie chirurgicale.	MONDOR : Pathologie chirurgicale.
CATHALA : Pathologie médicale.	MOREAU : Pathologie médicale.
CHABROL : Pathologie médicale.	MOULONGUET : Pathologie chirurgicale.
CHAILLEY-BERT : Physiologie	MOURE : Pathologie chirurgicale.
CHEVALLIER : Pathologie médicale.	OBERLING : Anatomie pathologique.
DOGNON : Physique.	OLIVIER : Anatomie.
DONZELOT : Pathologie médicale.	PIÉDELIÈVRE : Médecine légale.
ECALLE : Obstétrique.	PORTES : Obstétrique.
FEY : Urologie.	QUÉNU : Pathologie chirurgicale.
GASTINEL : Bactériologie.	RICHE : Physiologie.
GATELIER : Pathologie chirurgicale.	SANNIÉ : Chimie biologique.
DE GAUDART D'ALLAINES : Pathologie chirurgicale.	SÉZARY : Dermatologie et syphiligraphie.
GIROUD : Histologie.	TROISIER : Pathologie expérimentale et comparée.
HALPHEN : Oto-rhino-laryngologie.	VALLERY-RADOT (Pasteur) : Pathologie médicale.
HARVIER : Pathologie médicale.	VAUDESCAL : Obstétrique.
HAZARD : Pharmacologie.	VELTER : Ophtalmologie.
HUGUENIN : Anatomie pathologique.	VIGNES : Obstétrique.
HUTINEL : Pathologie médicale.	

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

LEQUEUX : Obstétrique.
LEROUX : Anatomie pathologique.

MM.

NEVEU-LEMAIRE : Parasitologie.
RETTERRER : Histologie.
ZIMMERN : Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

MM.

ABRAMI : Clinique médicale.
CHIRAY : Clinique médicale.
DUVOIR : Clinique médicale.
BASSET : Clinique chirurgicale.
CHEVASSU : Clinique chirurgicale.
HEITZ-BOYER : Clinique chirurgicale.
MOCQUOT : Clinique chirurgicale.

MM.

PROUST : Clinique chirurgicale.
SCHWARTZ : Clinique chirurgicale.
LE LORIER : Clinique obstétricale.
LÉVY-SOLAL : Clinique obstétricale.
METZGER : Clinique obstétricale.
GUÉNIOT : Clinique obstétricale.

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.

MAUCLAIRE, professeur sans chaire : Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.

MM.

FREY : Stomatologie.
CHAILLEY-BERT, agrégé : Education physique.
LEDoux-LEBARD : Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ : Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON MAITRE ET PRESIDENT DE THESE
MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'Hygiène et de Médecine préventive
à la Faculté de Médecine de Paris

Officier de la Légion d'Honneur.

A TOUS LES MIENS

AVANT-PROPOS

La notion de rythme, de retour périodique des phénomènes, est l'une de celles qui ont présidé à la naissance de la science. Les premières choses qui éveillèrent la curiosité de l'homme furent les phénomènes périodiques : l'alternance du jour et de la nuit, le retour inexorablement identique des diverses phases de la lune, celui des saisons, etc... C'est ainsi que l'homme fonda l'astronomie, mère de toutes les sciences.

En biologie et en médecine, le rythme du cœur et l'alternance de la respiration ont toujours été et sont encore actuellement considérés comme les manifestations vitales par excellence. Bien d'autres faits encore, comme nous le verrons dans ce travail, éveillent l'idée d'un rythme chez les êtres vivants.

Au point de vue médical, celui auquel nous nous placerons avant tout dans cette étude, la notion de périodicité des processus vitaux nous apparaît comme étant considérable. Les rythmes de l'organisme — qu'ils lui soient imposés par les circonstances extérieures ou qu'ils lui soient propres — apparaissent d'une façon particulièrement nette en pathologie. Chacune des phases des diverses grandes périodes de la vie organique a sa pathologie particulière. C'est ainsi qu'on a pu parler d'une pathologie de la nuit, d'une pathologie saisonnière, etc. Nous insisterons, bien entendu,

tout particulièrement sur ces faits concernant l'intervention de la périodicité dans les phénomènes pathologiques.

*
**

Depuis que la science biologique tente d'expliquer les phénomènes vitaux par les mêmes lois que celles qui régissent le monde physico-chimique, nous cessons d'établir une barrière nette entre la matière vivante et la matière dite inanimée. Il nous paraît néanmoins indispensable au début de cette étude de rappeler par quelques exemples l'existence des phénomènes périodiques dans le domaine physico-chimique (I) et dans le monde cosmique (II). Un rapide résumé de ces faits nous fera mieux comprendre les processus rythmiques du monde vivant.

Nous insisterons ensuite sur les grands rythmes biologiques (III), pris dans leur généralité. L'étude des faits qui les concernent appartient à l'un des chapitres les moins connus de la biologie; il dépasse d'ailleurs de loin le cadre même de la périodicité.

Dans les chapitres suivants nous envisagerons successivement les divers autres rythmes de la matière vivante, ceux, en particulier, qui lui sont communs avec le monde cosmique : le rythme nycthéral (IV), les cycles saisonniers (V), le cycle undécennal (VI) probablement en rapport avec les taches solaires. Nous passerons enfin en revue une catégorie de phénomènes

périodiques qui trouvent place entre les rythmes propres à la matière vivante et les rythmes extrinsèques : les rythmes sexuels (VII).

Dans un dernier chapitre, nous discuterons enfin ce qui, de ces phénomènes périodiques, appartient à la matière vivante même et ce qui lui est imposé par le milieu extérieur (VIII). C'est tout le problème de l'irritabilité protoplasmique et de l'automatisme de la matière vivante qui se pose lorsqu'on tente l'interprétation des faits que nous décrivons dans ce travail. Il ne nous appartiendra pas de trancher ce débat.

I

PERIODICITE DU MONDE PHYSICO-CHIMIQUE

Il est à peine nécessaire d'insister sur l'importance que prend la rythmicité des phénomènes dans les conceptions modernes de la matière, de l'énergie et de ses diverses formes. Il suffit de dire que toute énergie électrique, thermique, lumineuse, radio-active, etc. provient des vibrations de la matière pour qu'on comprenne le rôle que le rythme joue dans la physique. Les vibrations des particules de la matière sont en effet des mouvements périodiques dont la fréquence et l'étendue nous sont exactement connues pour chaque forme d'énergie. La fréquence et l'étendue (longueur d'onde) des vibrations sont rigoureusement les mêmes pour chaque radiation donnée.

Le fait que les processus les plus élémentaires de la matière sont des mouvements périodiques n'est pas sans importance pour la compréhension de la notion du rythme lui-même. Il lui donne un caractère d'universalité qu'on était loin de soupçonner au premier abord.

En dehors des mouvements périodiques des particules de l'éther, la *physique* connaît encore les vibra-

tions de l'air qui, en impressionnant l'appareil auditif, produisent la sensation de son.

En matière d'électricité, nous savons que la décharge des condensateurs affecte une allure ondulatoire, constituant les ondes hertziennes.

Toute la physique actuelle est basée sur les faits que nous venons de mentionner et les manifestations de la matière apparaissent de plus en plus comme des phénomènes périodiques. On peut dire que la matière n'a pas seulement une structure discontinue dans l'espace, mais également dans le temps.

*
**

Les phénomènes périodiques sont encore plus curieux en *chimie*. Nous mentionnerons tout d'abord la classification périodique des éléments chimiques établie pour la première fois par Mendéléeff et qui s'avéra par la suite parfaitement exacte, puisqu'on a pu combler les cases qui étaient vides à l'époque où il établit sa classification. Les éléments qui ont été découverts depuis ont des poids atomiques correspondant aux prévisions.

Un assez grand nombre de réactions chimiques à allure périodique ont été découvertes dès les débuts de la chimie moderne. On trouvera un excellent résumé de la question dans l'ouvrage de Hedges et Myers qui lui est consacré. Un des faits les plus curieux est une réaction de Bredig, dite du cœur arti-

ficiel. Elle consiste à mélanger à de l'eau oxygénée, suffisamment alcaline, une goutte de mercure métallique très pur. La goutte, immergée dans l'eau oxygénée, exécute une série de mouvements de contraction et d'expansion, rappelant les mouvements du cœur. En se mettant dans des conditions appropriées on arrive à régler la fréquence de ces battements à soixante par minute.

Les réactions périodiques se manifestent souvent au cours de l'attaque électrolytique des métaux. On a ainsi décrit le rythme de l'attaque de l'aluminium par l'acide chlorhydrique et du fer par différents acides suffisamment dilués. Cette dernière réaction, réalisée par Lillie dans des conditions particulières, présente des analogies frappantes avec ce qui se passe au niveau des fibres nerveuses. Un fil de fer, immergé dans de l'acide sulfurique dilué, présente des alternatives de négativité réactionnelle qui décrivent un mouvement ondulatoire superposable à celui du courant d'action d'un nerf excité.

D'autres cas de réactions périodiques sont encore mentionnés dans les réactions d'oxydation : oxydation du phosphore, etc. En électrochimie les réactions rythmiques sont très fréquentes et ont même permis la construction de piles douées d'une force électromotrice périodique (pile $\text{Hg}/\text{Hg}^2\text{Cl}^2/\text{KCl-n}/\text{Al}$).

Un phénomène périodique très curieux est consti-

tué par les anneaux de Liesegang. Ces anneaux se produisent lorsqu'on fait réagir au sein de la gélatine du nitrate d'argent sur du bichromate de potassium. Il se produit alors un précipité de chromate d'argent qui se dispose suivant des anneaux concentriques. On ne connaît pas encore exactement le mécanisme de production de ce curieux précipité qui n'a pas seulement un intérêt de curiosité, mais qui pourrait expliquer également certains faits de chimie générale.

*
**

Dans le domaine de la chimie colloïdale et dans la chimie des diastases, les réactions périodiques sont également très fréquentes. Kopaczewsky les a résumées récemment. Il semble que la stabilité ou la labilité des solutions colloïdales varient périodiquement. Saint Leduc a observé la dessiccation périodique de la gélatine.

Les phénomènes catalytiques au sein des sols ou des gels colloïdaux présentent un rythme généralement défini et prévisible.

Il semble en être de même pour la sécrétion des diastases par certains champignons, les levures en particulier. Le fait a été montré pour l'*Aspergillus niger* par Went, pour la levure de bière par Kohler et dans l'hydrolyse de l'urée par l'uréase par Groll. Mais l'étude de ces phénomènes sera reprise à propos des manifestations périodiques vitales.

II

PERIODICITE DU MONDE COSMIQUE

Les sciences qui s'occupent des manifestations cosmiques, y comprises celles qui se passent sur la Terre, c'est-à-dire l'astronomie, la géologie et la météorologie, constituent le véritable domaine de la périodicité. Il s'agit même, tout au moins en ce qui concerne l'astronomie, de rythmes immuables et qui rapportés à l'échelle humaine paraissent être éternels.

Le but véritable de la science, qui est de connaître et de prévoir les phénomènes (sinon de les éviter), n'est nulle part aussi complètement atteint que dans l'astronomie. Le mouvement de la Terre autour du Soleil, celui des autres planètes, la course des satellites autour d'une planète, le passage des diverses étoiles au niveau des points de repère qui constituent le Zodiaque, etc., peuvent être calculés ou prévus à n'importe quel moment du temps et de l'espace.

La correspondance entre les phénomènes terrestres et les diverses conjonctions célestes est une des plus anciennes croyances de l'humanité et toute l'Astrologie est basée sur cette idée. Il est bien entendu que l'Astrologie telle qu'on l'entendait autrefois ne résiste pas à la critique scientifique. Il est cependant des

faits qui paraissent indiquer que certains phénomènes cosmiques sont en relation avec diverses manifestations qui apparaissent sur la surface de la Terre, en particulier avec certaines manifestations vitales. Nous y reviendrons dans l'un des chapitres suivants.

*
**

On sait que la Géologie a divisé l'histoire de notre planète en de multiples époques. La coupe géologique d'un terrain évoque inévitablement l'idée d'une périodicité, d'un certain rythme dans la succession des phénomènes. Il s'agit ici, bien entendu, d'une périodicité dont les phases comptent des millions d'années. Comme exemple, nous ne citerons que la succession des diverses périodes glaciaires dans le courant de l'époque quaternaire.

*
**

Bien plus actuelle est pour nous la rythmicité des manifestations météorologiques. Bien que la prévision météorologique soit encore actuellement bien décevante, il existe cependant un grand nombre de phénomènes qu'on peut prédire avec une exactitude plus ou moins grande.

Le plus important de ces phénomènes est incontestablement le flux et le reflux de la marée. N'importe quel almanach peut renseigner sur l'heure exacte de la marée et sur sa hauteur à chaque moment de la journée. Ces battements de la mer ont d'ailleurs une

influence certaine sur les manifestations vitales des animaux marins, comme nous le verrons par la suite.

En dehors des marées, la prévision (donc la périodicité) est possible pour certains bouleversements atmosphériques, comme les cyclones, certaines secouses sismiques, etc.

Ainsi le milieu dans lequel évoluent les êtres vivants, milieu physique, chimique et cosmique, est fait en grande partie de rythmes. Quoi d'étonnant que les manifestations vitales elles-mêmes soient essentiellement périodiques.

III

LES RYTHMES BIOLOGIQUES

Nous n'envisagerons dans ce chapitre que les rythmes qui semble être propres à la matière vivante, sans qu'on puisse invoquer l'action d'aucun facteur extérieur. Nous verrons, en réalité, qu'il est bien difficile de tracer la limite entre les rythmes intérieurs et la périodicité extrinsèque, mais nous réserverons cette discussion pour le dernier chapitre.

Les phénomènes périodiques entre tous les plus évidents sont les alternances des diverses phases de la *respiration*. Il semble d'ailleurs que la respiration soit la manifestation vitale rythmique la plus simple comme la mieux connue dans son mécanisme intime. Nous résumerons rapidement les facteurs de ce rythme. On sait que ces facteurs sont de deux ordres : un facteur nerveux et un facteur humoral, ce dernier paraissant le plus important. L'importance du facteur nerveux réflexe est apparue autrefois comme étant prépondérante et l'on pensait que la loi de Breuer et Hering réglait tout le rythme respiratoire. Cette loi dit que l'inspiration appelle l'expiration et que l'expiration appelle l'inspiration. Autrement dit la distension du poumon, par la voie réflexe, détermine la rétrac-

tion et vice versa. — Or, actuellement, il semble qu'à côté de cette régulation réflexe du rythme respiratoire, il faut insister sur une régulation directe par la teneur en acide carbonique du sang circulant. Le gaz carbonique apparaît comme l'hormone respiratoire excitant le centre bulbaire. Ce centre apparaît comme un centre autonome et, par suite, en un certain sens, comme *automatique*. Nous discuterons plus loin sur l'automatisme des divers rythmes.

Les *battements du cœur*, les alternances de la systole et de la diastole apparaissent également comme des exemples typiques de rythme biologique. Ici, la cause même du rythme paraît résider dans le tissu cardiaque lui-même et nous sommes loin de la connaître aussi exactement que celle du rythme respiratoire. On sait qu'un lambeau de myocarde excisé, placé dans un milieu physiologique convenable, continue à battre suivant un rythme défini qui lui est propre. Ce qui est en dehors du cœur c'est uniquement la régulation de la fréquence et de l'intensité, dans le but d'adapter le travail cardiaque aux besoins de l'organisme. Certes, on sait que la cause immédiate de la rythmicité du cœur est l'*inexcitabilité périodique*, mais cette constatation ne fait que reculer le problème. Pourquoi la cellule myocardique est-elle périodiquement inexcitable? On ne peut s'empêcher de penser à une analogie avec certains des phénomènes chimiques étudiés plus haut

et qui montrent que les oxydations et les phénomènes d'ionisation sont parfois périodiques (cœur artificiel de Bredig). Il est bien possible qu'il y ait, là également, des faits d'oxydation et de perméabilité ionique rythmiques.

*
**

On sait depuis longtemps qu'un nerf ou un muscle excité devient la source d'un courant électrique, constituant le *courant d'action*. Or, l'analyse soigneuse de ces courants d'action a montré que le nerf excité est parcouru par une onde de négativité qui fait que chacun de ses points devient alternativement négatif ou positif. Actuellement, on enregistre ces courants d'action avec des appareils extrêmement précis et la courbe enregistrée montre nettement la forme de cette onde. — Nous avons vu plus haut que le fil de fer plongé dans l'acide sulfurique ou azotique présente à chacun de ses points un rythme de passivité et d'activité. Le phénomène qui se passe au niveau du nerf est exactement superposable. C'est là un des exemples les plus frappants de périodicité tout à fait propre à la matière vivante et qui semble être inhérente à la vie. Elle n'existe plus après la mort.

Toute activité protoplasmique semble d'ailleurs être liée à un phénomène électrique périodique.

Il en est ainsi pour les mouvements de contraction et d'expansion alternatifs de certains Protozoaires

(Vorticelles), pour le travail glandulaire, de même que pour les différentes phases de la division cellulaire.

Ces rythmes protoplasmiques sont-ils purement intérieurs ou dépendent-ils d'un facteur du milieu? Il est fort difficile de répondre à cette question. Certains auteurs, dont Piéron, pensent que le rythme de l'activité d'une fibre nerveuse dépend de celui de l'excitation qui, en fin de compte, vient toujours du milieu extérieur. Les stimuli du milieu constituent des apports d'énergie, toujours sous une forme vibratoire donc périodique. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que l'activité nerveuse, qui dépend de ces stimuli, présente la même forme. Nous verrons les objections qu'on peut opposer à une telle conception.

Le cas d'un petit ver marin montre combien est complexe le déterminisme de certains phénomènes périodiques. Cet animal, appelé *Convoluta roscovensis*, vit dans le sable et présente des déplacements qui sont rigoureusement en rapport avec les marées. Or, lorsqu'on met des *Convoluta* dans un aquarium, à l'abri des mouvements des marées, elles continuent leurs déplacements rythmiques.

**

Il nous reste à parler de quelques périodicités qui intéressent plus particulièrement le médecin. Il s'agit de certains phénomènes microbiens, immunologiques, thérapeutiques et enfin pathologiques.

Dans le domaine bactériologique, on a signalé depuis longtemps que le sérum des typhiques agglutine les bacilles Eberth d'une façon périodique (Eisenberg et Volk, 1902). L'agglutination n'augmente pas progressivement avec la dose de sérum ; on observe des alternances du pouvoir agglutinant du sérum. — Dans le même ordre d'idées, signalons la structure concentrique de certaines cultures microbiennes qui démontre bien une périodicité dans leur accroissement.

La même périodicité semble exister dans la neutralisation de la toxine diphtérique par l'antitoxine. La logique exigerait qu'une certaine quantité d'antitoxine neutralise toujours une quantité définie de toxine et qu'une dose double de la 1^{re} neutralise la quantité double de la 2^{me}. Or, il n'en est rien, la courbe de neutralisation présente des ondulations rythmiques (Danysz). On a d'ailleurs signalé (Holker) que l'opacification du sérum humain par addition de quantités croissantes de chlorure de sodium présentait également une courbe périodique.

Il y a lieu de rapprocher de ces faits l'*action périodique des médicaments*. Nous ne possédons dans cet ordre d'idées que quelques faits bien démontrés, car la documentation des homéopathes ne repose sur aucune base scientifique. Il existe néanmoins des cas (par exemple la spartéine) où la même action médicamenteuse est reproduite à des dilutions très éloignées

l'une de l'autre, alors que dans l'intervalle des dilutions l'action fait défaut.

En rapport avec les précipitations périodiques, il faut dire un mot de la structure stratifiée des calculs biliaires. Il n'existe actuellement aucune théorie satisfaisante pour l'expliquer. On peut dire seulement que la précipitation se produit à certaines périodes qui se succèdent avec une assez grande régularité.

Ceci nous amène à parler de certains phénomènes pathologiques périodiques dont le rythme ne paraît pas suivre une courbe connue. C'est ainsi qu'on peut envisager toutes les maladies chroniques évoluant par poussées : la tuberculose, le rhumatisme articulaire aigu, les crises d'asthme, d'épilepsie, d'urticaire, etc. Il en est de même des accidents au cours de l'ulcère gastrique. La question de rythme se pose d'une façon prépondérante dans le problème des psychoses périodiques. Y a-t-il dans ces cas un rythme intérieur ou bien l'action d'un facteur externe? Nous reviendrons encore sur les facteurs saisonniers et ceux qui sont en rapport avec les cycles sexuels, mais pour le reste, l'influence des facteurs atmosphériques et peut-être cosmiques paraît probable.

Récemment, Ravina et Lévy-Lang, ont insisté sur le rôle de la pression atmosphérique, de l'insolation, etc., sur les diverses manifestations pathologiques. Storm et ses collaborateurs ont montré particulièrement le rôle

de la pression atmosphérique dans les troubles de l'hypertension artérielle; Jaenisch et Haug ont fait de même. Bounhiol a montré l'influence de ces facteurs sur les états dépressifs, enfin Foveau de Courmelles insiste sur les diverses actions de la lumière.

On ne peut donc guère qualifier ces faits-là de véritables phénomènes périodiques, sauf en ce qui concerne leurs rapports avec les saisons et avec d'autres cycles dont nous parlerons plus bas. Nous allons en effet envisager un certain nombre de manifestations physiologiques et pathologiques en rapport avec le cycle nycthéméral, le cycle saisonnier, le cycle des taches solaires et également avec les fluctuations sexuelles périodiques.

IV

CYCLE NYCTHEMERAL

L'alternance du jour et de la nuit est le rythme cosmique le plus élémentaire, celui qui semble influencer le plus la physiologie et la pathologie de l'Homme. On sait qu'il existe toute une série de manifestations qui suivent très exactement le cycle du jour et de la nuit.

Les plus importantes parmi ces manifestations sont le pouls, la pression artérielle, le quotient respiratoire, la désintégration azotée, en un mot tout le métabolisme général de l'homme. Toutes ces manifestations atteignent leur maximum vers la fin de l'après-midi. Le pouls est alors le plus rapide, la pression artérielle la plus élevée, l'élimination de CO_2 , comme de l'azote, la plus abondante. Enfin, la température est également la plus élevée à ce moment de la journée. On n'a pas fait d'études sur le métabolisme de base en rapport avec ce cycle, mais il est vraisemblable que celui-ci suit les autres phénomènes. Par contre, vers cinq heures du matin, toutes ces manifestations physiologiques sont à un minimum.

Il y a également des fluctuations correspondantes de l'activité nerveuse : l'expression la plus nette de cette fluctuation est l'alternance de la veille et du som-

meil. Le sommeil consiste en une inhibition des processus nerveux qui président à la conscience, aux rapports avec le milieu extérieur. Il y a une périodicité même dans le fonctionnement du système nerveux végétatif. Pendant le jour, l'ortho-sympathique prédominerait, pendant le sommeil et d'une façon générale pendant la nuit, ce serait par contre le parasympathique.

Ces manifestations physiologiques, en rapport avec le rythme nycthémeral sont tout à fait constantes. On a cherché à les expliquer de diverses façons. Tout d'abord, toutes ces modifications ont été rapportées au sommeil. Or, on a vu rapidement (Gigon) que les individus, qui dorment habituellement pendant le jour, n'en présentent pas moins leurs maximum et minimum d'activité physiologique au même moment que ceux qui dorment la nuit. On a pu ainsi éliminer l'influence du sommeil.

En second lieu on a pensé que c'est le soleil qui était la cause du rythme. En effet, lorsqu'on transplante un individu aux Antipodes, son rythme organique se renverse. En troisième lieu, les constatations faites dans les pays du soleil de minuit ont pu montrer que le soleil seul ne suffit pas pour expliquer le cycle nycthémeral. La situation géographique doit y être pour quelque chose.

Quelle est la part de ces modifications physiologiques dans les faits pathologiques qui se produisent de préférence pendant la nuit. On sait que la nuit est le moment où surviennent les crises d'asthme, les manifestations paroxystiques de l'insuffisance cardiaque œdème aigu, angine de décubitus, etc.). D'une façon générale, la nuit semble prédisposer à la dyspnée par hypertonie de la musculature des voies respiratoires (spasmes du larynx, croup).

N'oublions pas également qu'une grande majorité des accouchements se produisent également pendant la nuit. L'état particulier du système nerveux végétatif y joue peut-être un rôle, à moins que la contractilité des muscles lisses en général ne soit augmentée pendant la nuit.

V

LE RYTHME SAISONNIER

Depuis Hippocrate, les médecins se préoccupent du rôle des saisons dans la survenue des maladies. Il est évident qu'il ne s'agit pas ici d'un rythme intérieur, mais d'une périodicité dépendant uniquement des facteurs externes. Les saisons agissent par un mécanisme extrêmement complexe où la température, l'insolation, la pression atmosphérique, l'état hygroscopique, la végétation, la qualité de l'air, l'alimentation et également les facteurs psychiques interviennent d'une façon variable, mais importante.

L'activité physiologique subit incontestablement l'influence des saisons. Le printemps stimule, comme l'automne déprime. L'influence des saisons extrêmes, comme l'été et l'hiver, est surtout une question de température. L'hiver, sauf sous des climats très froids, activerait l'activité nerveuse supérieure (De Rudder), alors que la chaleur de l'été alourdit.

La pathologie saisonnière semble également dépendre uniquement des facteurs divers que nous avons vu plus haut. La survenue saisonnière des bronchites chroniques, du rhumatisme articulaire aigu, des poussées

évolutives de tuberculose serait avant tout la conséquence de l'humidité, de la température, etc...

Il y a des épidémies saisonnières dont l'explication est plus difficile, mais cette explication est à chercher soit en une susceptibilité périodique de l'homme aux microbes pathogènes, soit en un accroissement périodique de la virulence de ceux-ci. On sait ainsi que les épidémies de méningite cérébro-spinale, de polio-myélite, de choléra, etc., sont saisonnières.

Nous insistons peu sur la périodicité saisonnière qui peut être expliquée intégralement par les conditions changeantes du milieu.

VI

LE CYCLE UNDECENNAL

Depuis quelques années des travaux très curieux ont été faits, ayant pour but de rechercher le parallélisme entre les taches solaires et diverses manifestations vitales. Les contributions de Vallot, Sardou et Faure, de Foveau de Courmelles et Risler, de Budai, de Tschijewski, etc., ont abouti à la notion d'un cycle undécennal. On sait que les taches solaires atteignent leur maximum environ tous les onze ans. Ces périodes maximales coïncideraient avec les épidémies. Buday a étudié en particulier les méningites cérébro-spinales, en rapport avec les taches solaires. Voici, à titre d'exemple, les épidémies de méningite cérébro-spinale survenues en Amérique et paraissant en relation avec le rythme undécennal :

maxima de taches	épidémies
1883	1881
1893	1893
1905-07	1904-05
1917	1917-18
1928-29	1928-29

Tschijewski a étudié sous ce même rapport les épidémies mondiales de grippe et de choléra.

Faure a étudié les morts subites, les accidents aigus au cours de maladies chroniques, les suicides, les crimes et les accidents. Tschijewski a étendu la notion de cycle undécennal sur tous les domaines de l'activité humaine, même dans la politique et l'histoire.

*
**

On ne peut, bien entendu, suivre ces auteurs qu'avec beaucoup de réserves. Nous ne pensons pas qu'il y ait actuellement des faits assez nombreux pour pouvoir affirmer le rôle certain des taches solaires sur aucune activité humaine et sur aucune manifestation pathologique.

D'ailleurs, nous ne voyons pas très bien par quel mécanisme agiraient les taches solaires. On songe à une variation de l'ionisation de l'atmosphère sous cette influence; on peut même envisager l'effet des rayonnements cosmiques dont on attend beaucoup pour expliquer un certain nombre de phénomènes biologiques. Certains auteurs pensent particulièrement à une influence prépondérante de la planète Jupiter dont les périhélies correspondent avec le maximum de taches solaires.

De toute façon, le mécanisme de ces faits est encore très obscur. Avant de faire un retour en arrière, dans l'histoire des sciences, et de reconnaître l'influence des

astres sur les processus terrestres, il faudra accumuler un matériel statistique considérable. Cela constituerait d'ailleurs un changement très important dans l'attitude de la science vis-à-vis de certains phénomènes. Nous ne nions pas que l'avenir ne puisse enregistrer de grand progrès dans la voie des influences cosmiques sur la vie, mais actuellement il est impossible de se prononcer en faveur ou contre cette hypothèse.

VII

LES CYCLES SEXUELS

Dans le monde vivant tout entier, à peu près sans exception, la reproduction revêt l'allure d'un phénomène périodique. Nous avons constaté plus haut, même chez certains microbes, l'existence d'un rythme de la multiplication, décelé grâce à la structure concentrique des cultures. Nous n'insisterons pas sur les végétaux où le rythme de la reproduction, presque toujours sexuelle, est en rapport avec les saisons. On sait que la floraison, la fructification, etc., que nous envisageons de tous autres points de vue, sont des phénomènes de sexualité et leur périodicité n'est plus à démontrer.

*
**

Déjà chez les Protozoaires, il existe bien souvent un rythme qu'on peut interpréter comme sexuel. La plupart de ces animaux se reproduisent par division cellulaire simple. Seulement, au bout d'un certain nombre de divisions, on voit survenir chez certains d'entre eux un véritable cycle sexué, gamogonique, auquel fait suite un nouveau cycle asexué. On a cherché si le cycle rythmique des reproductions sexuées était la conséquence d'un facteur interne ou bien dépendait des circonstances extérieures. La discussion ne semble pas

close. Certains auteurs ont pu maintenir, en réalisant certaines conditions favorables, des Protozoaires sans qu'apparaissent des multiplications sexuées (Mau-pas), d'autres, au contraire, jugent la sexualité inévitable à un moment donné de l'évolution de ces Protistes.

Chez d'autres Protozoaires (Coccidies, Hématozoaires, Grégarines, Trypanosomes, etc.), il existe un véritable cycle évolutif, avec alternance de formes morphologiques diverses.

Les Coccidiomorphes, par exemple, présentent tour à tour un cycle reproducteur schizogonique ou asexué et un cycle reproducteur gamogonique ou sexué.

*
**

Chez tous les Invertébrés la reproduction est périodique. Certains ont un cycle simple, par exemple les Oursins, qui pondent deux fois par an. Leur glande génitale présente deux cycle annuels, caractérisés par un remaniement du tissu glandulaire. Chez d'autres comme les Coelentérés, le cycle est beaucoup plus complexe : il y a là un exemple d'*alternance de générations*, les unes sexuées, les autres asexuées. Il en est de même chez certains insectes dont les cycles ont fait l'objet d'études très approfondies, en particulier ceux des Pucerons.

Les Vertébrés inférieurs présentent bien souvent des

cycles annuels ou s'étendant parfois même sur plusieurs années. Bien connues sont les migrations de certains poissons, des Anguilles, par exemple, qui ont été bien étudiées récemment et qui montrent des phénomènes surprenants dans leur régularité. — Chez les Oiseaux, la périodicité, qui existe toujours à l'état sauvage, a été détruite par la domestication chez certains d'entre eux.

Nous en arrivons aux Mammifères chez lesquels la périodicité ne paraît exister que chez la femelle. Le tissu ovarien présente une série de transformations qui constituent le *cycle œstral*. La durée de ce cycle varie de quelques jours à plusieurs mois, mais les modifications essentielles sont toujours les mêmes. On sait que ces modifications sont en rapport avec la maturation, la rupture, et la cicatrisation du follicule ovarien. Pendant une première phase, dite folliculinique, le follicule mûrit et la sécrétion folliculinique passe dans le sang. Puis le follicule se rompt, mettant en liberté l'œuf prêt à être fécondé et la deuxième phase commence, la phase dite lutéinique. Sur la cicatrice du follicule rompu se développe le corps jaune, ayant également une fonction endocrine. Si l'œuf a été fécondé, la phase lutéinique se prolonge pendant la gestation, sinon un nouveau follicule entre en maturation et une nouvelle phase folliculinique survient. Parallèlement à ces modifications ovariennes on voit

survenir des transformations de l'utérus, des conduits génitaux, etc.

Chez le mâle, ces phénomènes morphologiques cycliques font défaut. Il semble cependant que son activité génitale est néanmoins périodique, étant commandée par l'attirance de la femelle en période d'œstrus.

*
**

La Femme présente un cycle ovarien exactement semblable à celui des autres Mammifères. Ce cycle dure 28 jours en moyenne, avec des variations individuelles. On l'appelle généralement cycle menstruel car on le centre par rapport aux règles. Il semble que ce cycle présente également une phase folliculinaire et une phase lutéinique. La première commence avec les règles et dure jusque vers le 12^e jour du cycle. A ce moment-là se produit la rupture du follicule qui chez certaines femmes s'extériorise par une petite crise dite intermenstruelle. Puis commence la phase lutéinique qui dure jusqu'à la veille des règles. D'ailleurs les règles elles-mêmes sont déclanchées par une décharge de folliculine.

Ce qui a disparu dans l'espèce humaine c'est la périodicité de l'activité génitale. On en signale cependant un ralentissement pendant l'hiver, tout au moins sous des climats rigoureux (Vignes).

Certaines manifestations pathologiques sont en rapport incontestable avec la période menstruelle. On a signalé des crises d'épilepsie, d'angine de poitrine, d'asthme, etc., survenant très exactement au moment des règles. Il en est de même de certains accidents infectieux : érysipèle, eczéma, acné, furonculose, etc. Dans d'autres cas, les mêmes manifestations peuvent de préférence apparaître au moment de l'ovulation.

Ces faits n'ont rien d'étonnant lorsqu'on sait les changements que le cycle menstruel détermine dans les humeurs. Il y a une différence de coagulabilité du sang et probablement des modifications des processus immunitaires. Signalons pour terminer les recrudescentes menstruelles de la tuberculose chez la Femme.

VIII

RYTHME INTERNE ET ROLE DES FACTEURS EXTERNES

Existe-t-il des rythmes qui sont inhérents à la matière vivante ou à une catégorie de cellules vivantes ou bien tous les phénomènes périodiques du monde vivant sont-ils sous la dépendance du milieu? Telle est la question qui se pose et que nous allons examiner pour terminer notre sujet.

Dès l'abord, nous pouvons éliminer un certain nombre de faits qui relèvent nettement de l'influence des causes externes : tous les phénomènes en rapport avec le cycle nycthémeral, avec les saisons et aussi avec les tâches solaires (si toutefois ces dernières ont un rôle quelconque).

Reste donc les phénomènes périodiques en rapport avec la respiration, la circulation, l'activité nerveuse et musculaire et enfin les cycles sexuels lorsqu'ils ne sont pas saisonniers.

L'activité rythmique de certains organismes et de certains tissus a suscité beaucoup de recherches, nous citerons surtout les travaux de H. Cardot.

Le rythme respiratoire est évidemment en dernière analyse sous la dépendance d'un facteur externe,

l'anhydride carbonique, mais la fréquence en est également déterminée par un facteur interne, le besoin d'oxygène de l'économie et l'intensité de ses combustions.

C'est surtout le rythme électrique de l'activité nerveuse, cardiaque et musculaire, qui semble être d'essence particulière au tissu vivant lui-même. Cardot tend à ramener ces faits à des pénétrations rythmiques d'ions dans la cellule. Conformément à ce que nous avons dit plus haut, il est en effet possible que tout se ramène à une oxydation rythmique, comme celle de la goutte de mercure dans l'eau oxygénée, ou à des phénomènes d'ionisation périodique comme dans les piles donnant un courant cyclique.

Bien qu'en fin de compte tout se rattache à des facteurs dépendant du milieu, il n'en est pas moins légitime de distinguer des phénomènes périodiques *extrinsèques* dont le rythme est directement conditionné par un rythme semblable du milieu et des phénomènes *intrinsèques* pour lesquels la fréquence est réglée par la cellule vivante elle-même : c'est seulement dans ces cas-là que l'on peut parler d'automatisme de la matière vivante.

CONCLUSION

1° Le monde physique et chimique présente un grand nombre de phénomènes rythmiques, en particulier des décharges périodiques d'énergie, affectant toujours la forme vibratoire. Il faut insister, surtout en chimie, sur la périodicité de certaines réactions d'oxydation et d'ionisation qui sont susceptibles d'expliquer un certain nombre de phénomène biologiques.

2° Les rythmes cosmiques et météorologiques influent certainement sur les manifestations périodiques des êtres vivants; même chez l'homme, il existe des modifications physiologiques caractéristiques du jour et de la nuit et même des saisons.

Il existe également un chapitre de la pathologie qui envisage les phénomènes morbides en rapport avec le cycle diurne et le cycle annuel.

3° Les faits concernant l'intervention des taches solaires dans la pathologie humaine, créant un cycle undécennal, sont encore insuffisamment nombreux et insuffisamment connus pour pouvoir en tirer une conclusion valable.

4° Les phénomènes rythmiques les plus intéressants sont ceux qui semblent propres à la matière vivante et qui ne lui sont imposés par aucune périodicité extérieure. Ce sont les rythmes électriques de l'activité ner-

veuse et musculaire, le rythme respiratoire et les battements du cœur. Les phénomènes physico-chimiques rythmiques qui se passent dans les cellules semblent en fournir l'explication.

5° Un cas particulier de périodicité est constitué par les cycles sexuels. Bien que dans certains cas ils soient influencés par les saisons, ils semblent, d'autrefois, en être tout à fait indépendants et leur cause immédiate est une évolution cyclique du tissu de la glande génitale et les modifications endocriniennes qui l'accompagnent.

6° Il existe donc deux catégories de phénomènes périodiques chez les êtres vivants :

les uns sont sous la dépendance de rythmes extérieurs;

les autres en demeurent complètement indépendants.

Vu : le *Président de thèse*,
L. TANON.

Vu et permis d'imprimer :
le *recteur de l'Académie de Paris*,
CHARLÉTY.

Vu : le *doyen*, A. ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- BOUNHIOL. — Sur la respiration en milieu suroxygéné.
C. R. Académie Sciences, 13 mai 1929.
- BREDIC & WILKE. — Periodische oxydations prozesse.
Bioch. Zeitschr. 1908, t. XI, p. 67.
- BUDAI. — Taches solaires et méningite cérébro-spinale.
Rev. de Path. comp. 1933, p. 855.
- BUDAI. — Etude cosmique d'épidémies. *Soc. Path. comp.*, 9 mai 1933.
- CARDOT. — La genèse des rythmes dans l'activité nerveuse et motrice. *Rev. de l'Univ. de Lyon*, février 1931.
- COURRIER. — Les hormones sexuelles femelles. *C. R. Soc. Biol.* 1931, t. II, p. 1367.
- DANYSZ. — Cité par Kopaczewsky.
- DE RUDDER. — *Wetter und Jahreszeit als Krankheitsfaktoren*. Berlin, 1931.
- EISENBERG & VOLK. — Cités par Kopaczewsky.
- FAURE, M. — Influence des taches solaires sur les suicides, les crimes et les accidents. 54^e Congrès de l'Ass. franç. pour l'avancement des sciences. Nancy, juillet 1931.
- FOVEAU DE COURMELLES & RISLER. — Mort subite et taches solaires. *Revue de Path. comp.*, sept. 1927.
- GROLL. — Cité par Hodges et Myers.
- HODGES & MYERS. — *Physico-chemical periodicity*. Londres, 1926.

- HOLKER. — Periodicity of flocculations by electrolytes.
J. of Path. and Bact. 1921, t. XXV, p. 291.
- JAENISCH & HAUG. — Der Einfluss von Luftdruckverminderungen auf Hypertonie. *Münch. Med. Woch.*, 4 oct. 1929.
- KOHLER. — Cité par Hodges et Myers.
- KOPACZEWSKY. — *Traité de Biocolloïdologie*. Paris, 1931 et 1932.
- LIESEGANG. — Cité par Hodges et Myers.
- LILLIE. — An artificial nerve. *Science*, 1928, t. LXVII, p. 593.
- RAVINA & LÉVY-LANG. — La météoropathologie. *Presse Méd.*, 6 sept. 1933.
- SAINT-LEDUC. — Cité par Kopaczewsky.
- STORM & LEUWEN. — Atmosphärische Störungen und Entwicklung der Krankheiten. *Münch. Med. Woch.*, 19 février et 11 mars 1932.
- TSCIJEWSKI. — Anal. in *Russ. Med. Zeitschr.*, sept. 1927.
- VALLOT, SARDOU & FAURE. — Influence des taches solaires en pathologie. *Bull. Acad. Méd.* 1927, t. XCVII, p. 280.
- VEIL. — Les périodicités chimiques. *Rev. gén. des Sc.* 1932, p. 535.
- VIGNES. — *Physiologie gynécologique*. Paris, 1929.
- WENT. — Cité par Hodges et Myers.

